

## Fuel cell arrangement with gravity-driven circulation system

Patent Number: ☐ US6001498  
Publication date: 1999-12-14  
Inventor(s): BUSENBENDER ILONA (DE); DOHLE HENDRIK (DE); KELS THORSTEN (DE);  
PEINECKE VOLKER (DE)  
Applicant(s): KERNFORSCHUNGSANLAGE JUELICH (DE)  
Requested  
Patent: ☐ DE19642754  
Application  
Number: US19970949934 19971014  
Priority Number  
(s): DE19961042754 19961016  
IPC Classification: H01M8/04  
EC Classification: H01M8/04C, H01M8/06B2B  
Equivalents:

---

### Abstract

---

In a fuel cell arrangement with at least one fuel cell operated by a fuel and an oxidizing agent, means are provided for effecting gravity driven circulation of the fuel and the oxidizing agent through the fuel cell so that no pumping means, which consume power and need servicing, are required.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑲ Aktenzeichen: 196 42 754.1  
⑳ Anmeldetag: 16. 10. 96  
㉑ Offenlegungstag: 23. 4. 98

DE 196 42 754 A 1

㉒ Anmelder:  
Forschungszentrum Jülich GmbH, 52428 Jülich, DE

㉓ Erfinder:  
Busenbender, Ilona, 52064 Aachen, DE; Dohle,  
Hendrik, 52249 Eschweiler, DE; Kels, Thorsten,  
52428 Jülich, DE; Peinecke, Volker, Dr., 52070  
Aachen, DE

㉔ Entgegenhaltungen:  
JP 59-8278 (A); PAJ E-240 v. 21.04.84,  
Vol. 8/Nr. 88;

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉕ Brennstoffzelle mit schwerkraftgetriebenem Stofftransport

㉖ Die Erfindung bezieht sich auf eine Brennstoffzelle (1)  
mit Mitteln zur Erzeugung eines schwerkraftgetriebenen  
Transportes von Brennstoff und/oder Oxidationsmittel in  
die Brennstoffzelle. Pumpen können so eingespart wer-  
den.

DE 196 42 754 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Brennstoffzelle.

Eine Brennstoffzelle weist eine Kathode, einen Elektrolyten sowie eine Anode auf. Der Kathode wird ein Oxidationsmittel, z. B. Luft und der Anode wird ein Brennstoff, z. B. Wasserstoff zugeführt.

Es gibt verschiedene Brennstoffzellen, z. B. die SOFC- oder die PEM-Brennstoffzelle.

Die SOFC-Brennstoffzelle wird auch Hochtemperatur-Brennstoffzelle genannt, da ihre Betriebstemperatur bei ca. 900°C liegt. An der Kathode einer Hochtemperatur-Brennstoffzelle bilden sich in Anwesenheit des Oxidationsmittels Sauerstoffionen. Die Sauerstoffionen passieren den Elektrolyten und rekombinieren auf der Anodenseite mit dem vom Brennstoff stammenden Wasserstoff zu Wasser. Mit der Rekombination werden Elektronen freigesetzt und so elektrische Energie erzeugt.

Die Betriebstemperatur einer PEM-Brennstoffzelle liegt bei ca. 80°C. An der Anode einer PEM-Brennstoffzelle bilden sich in Anwesenheit des Brennstoffs mittels eines Katalysators Wasserstoffionen. Die Wasserstoffionen passieren den Elektrolyten und verbinden sich auf der Kathodenseite mit dem vom Oxidationsmittel stammenden Sauerstoff zu Wasser. Elektronen werden dabei freigesetzt und elektrische Energie erzeugt.

Wasserstoff kann durch Reformierung aus Methanol oder Methan gewonnen werden.

Mehrere Brennstoffzellen werden in der Regel zur Erzielung großer Leistungen seriell miteinander zu einem sogenannten Brennstoffzellenstapel verbunden. Das verbindende Element zweier Brennstoffzellen ist unter der Bezeichnung Interkonnektor bekannt.

Um das Oxidationsmittel und den Brennstoff in eine Brennstoffzelle oder ggf. in einen Brennstoffzellenstapel einzuführen, sind Pumpen, Kompressoren oder gleichwirkende Mittel erforderlich. Je nach Typ der Brennstoffzelle wird unverbrauchtes Oxidationsmittel sowie unverbrauchter Brennstoff anschließend wieder aus der Brennstoffzelle herausgeleitet.

Nachteilhaft vermindern Pumpen oder gleichwirkende Mittel den Wirkungsgrad einer Brennstoffzelle, da diese regelmäßig (elektrisch) nutzbare Energie verbrauchen. Pumpen erhöhen des weiteren nachteilhaft die Zahl beweglicher Bauteile, aus denen eine Brennstoffzelle oder ein Brennstoffzellenstapel bestehen. Eine große Zahl von beweglichen Bauteilen ist nachteilhaft, da mit zunehmender Anzahl die Störanfälligkeit sowie die Herstellungskosten steigen.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung einer Brennstoffzelle, die im Vergleich zum vorgenannten Stand der Technik einen besseren Wirkungsgrad aufweist und die weniger störanfällig ist.

Die Aufgabe wird gelöst durch eine Brennstoffzelle mit Mitteln zur Erzeugung eines schwerkraftgetriebenen Transportes von Brennstoff oder Oxidationsmittel in die Brennstoffzelle. Pumpen der eingangs genannten Art sind dann entbehrlich. Der Wirkungsgrad kann so gesteigert werden. Auch ist es aufgrund des drucklosen Betriebes und der geringeren Anzahl beweglicher Bauteile möglich, eine preiswertere, weniger störanfällige und somit wartungsärmere Brennstoffzelle bereitzustellen.

Soll ein Überdruck zwecks Leistungserhöhung erzeugt werden, so wird die gesamte anspruchsgemäße Vorrichtung unter Druck gesetzt.

Mittel zur Erzeugung eines schwerkraftgetriebenen Transportes liegen im Sinne des Anspruchs vor, wenn der Stofftransport zumindest überwiegend, vorzugsweise vollständig auf Schwerkraft zurückzuführen ist.

Mittel zur Erzeugung eines schwerkraftgetriebenen Transportes sind bei Brennstoffzellenstapeln mit Umwälzkreislauf von Brennstoff oder Oxidationsmittel vorzugsweise wie folgt ausgestaltet.

Der Umwälzkreislauf von Brennstoff und/oder Oxidationsmittel weist einen oberen und einen unteren Umkehrpunkt auf. Ein oberer Umkehrpunkt liegt vor, wenn vor Passieren einer Position im Kreislauf der Brennstoff oder das Oxidationsmittel entgegengesetzt zur Schwerkraft und nach Passieren dieser Position der Brennstoff oder das Oxidationsmittel mit der Schwerkraft strömt. Umgekehrt verhält es sich beim unteren Umkehrpunkt.

Brennstoffzelle und Mittel zur Abführung von Wärme sind im Umwälzkreislauf derart angeordnet, daß eine schwerkraftgetriebene Umwälzung des Brennstoffes oder des Oxidationsmittels im Kreislauf bewirkt wird. Mittel zur Abführung von Wärme liegen vor, wenn unter Betriebsbedingungen diese Mittel vorgesehen sind, um eine Entnahme von Wärme aus dem Umwälzkreislauf zu bewirken.

Bewirkt wird die schwerkraftgetriebene Umwälzung insbesondere durch Anordnung der Brennstoffzelle zwischen unterem und oberem Umkehrpunkt. Hierunter ist eine derartige Anordnung zu verstehen, daß der Brennstoff oder das Oxidationsmittel nach Passieren des unteren Umkehrpunktes und vor dem nachfolgenden Passieren des oberen Umkehrpunktes durch die Brennstoffzelle strömt. Der Brennstoff oder das Oxidationsmittel werden in der Brennstoffzelle erwärmt. Schwerkraftgetrieben durchströmen Brennstoff oder Oxidationsmittel daraufhin die Brennstoffzelle.

Bewirkt wird dies ferner durch Anordnung der Mittel zum Abführen von Wärme zwischen oberem und unterem Umkehrpunkt. Hierunter ist eine derartige Anordnung zu verstehen, daß der Brennstoff oder das Oxidationsmittel nach Passieren des oberen Umkehrpunktes und vor dem Passieren des folgenden unteren Umkehrpunktes die Mittel zum Abführen von Wärme passieren.

Mittel zum Abführen von Wärme können Kühlrippen oder Kühlschlangen sein. Der Umwälzkreislauf selber kann nach Passieren des oberen Umkehrpunktes bis zum unteren Umkehrpunkt z. B. spiral- oder zickzackförmig geführt sein. Die Spiral- oder Zickzackform sorgt für große Oberflächen. Über die großen Oberflächen wird die Wärme erheblich umfangreicher an die (kühlere) Umgebung abgeführt im Vergleich zu einer geradlinigen Führung des Umwälzkreislaufes zwischen den beiden Umkehrpunkten.

Vorzugsweise erstrecken sich die Brennstoffzelle und/oder die Mittel zum Abführen von Wärme über je eine Länge von mehr als 80% der Strecke ("Luftlinie") zwischen unterem und oberem Umkehrpunkt. Schwerkräfte wirken dann im besonders hohem Maße auf den Transport von Brennstoff oder Oxidationsmittel ein.

Im Bereich des oberen Umkehrpunktes wird der erwärmte Brennstoff oder das erwärmte Oxidationsmittel abgekühlt. Infolgedessen sinken nach Passieren des oberen Umkehrpunktes der Brennstoff oder das Oxidationsmittel. Auf diese Weise wird schwerkraftgetrieben der Transport des Brennstoffes bzw. des Oxidationsmittels durch die Zelle bewirkt.

Der vorgenannte schwerkraftgetriebene Transport durch Brennstoffzellen mit Umwälzkreislauf ist insbesondere für den Transport von Flüssigkeiten, also z. B. bei flüssigem Methanol als Brennstoff, vorgesehen.

Bei gasförmigem Brennstoff oder gasförmigem Oxidationsmittel ist folgende Ausgestaltung der Mittel zur Herbeiführung des schwerkraftgetriebenen Transportes in die Brennstoffzelle zu bevorzugen. Die Gasführung erfolgt entgegengesetzt zur Schwerkraft durch die Brennstoffzelle hindurch. Am unteren Teil der Brennstoffzelle wird das Gas

aufgeheizt. In der Art eines Kamineffektes steigt es nach oben durch die Brennstoffzelle hindurch, so daß der Transport durch die Brennstoffzelle ohne Vorsehen einer Pumpe, eines Kompressors oder gleichwirkende Mittel erfolgt.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist ein Brennstoffzellenstapel in länglicher Form ausgeführt. Unter länglicher Form ist eine Form zu verstehen, deren Ausdehnung in einer räumlichen Dimension die Ausdehnung des Brennstoffzellenstapels in den einer anderen räumlichen Dimensionen um ein Mehrfaches und zwar insbesondere um ein fünf-, vorzugsweise um ein zehnfaches übersteigt. Die Führung von Brennstoff oder Oxidationsmittel in die Brennstoffzelle erfolgt dann parallel zur länglichen Ausdehnung der Form. Die längliche Ausdehnung ist dann parallel zur Richtung der Schwerkraft ausgerichtet.

Insbesondere wird eine Brennstoffzelle der anspruchsgemäßen Art mit Flüssigkeit betrieben. Flüssigkeit weist den Vorteil auf, daß bei der Reformierung des flüssigen Brennstoffes Gas entsteht. Der Reformierungsreaktor ist dann derart anzuordnen, daß das emporsteigende Gas den anspruchsgemäßen schwerkraftgetriebenen Transport des Brennstoffes unterstützt.

Fig. 1 zeigt eine eine längliche Form aufweisenden Brennstoffzellenstapel 1, bei dem das Verhältnis von Breite zu Höhe ca. 1 : 5 beträgt.

Ein Kreislauf 2 dient der Umwälzung von Brennstoff. Der Kreislauf 2 weist einen unteren Umkehrpunkt 3 und einen oberen Umkehrpunkt 4 auf. Vor Passieren des unteren Umkehrpunktes strömt Brennstoff mit der Schwerkraft g, d. h. in Richtung der Schwerkraft. Nach Passieren des unteren Umkehrpunktes strömt Brennstoff entgegengesetzt zur Schwerkraft g. Umgekehrt verhält es sich beim oberen Umkehrpunkt 4.

Nach Passieren des unteren Umkehrpunktes strömt der Brennstoff in den Brennstoffzellenstapel und wird hier erwärmt. Infolge der Erwärmung verringert sich die Dichte. Aufgrund der verringerten Dichte steigt der Brennstoff schwerkraftgetrieben empor. Unverbrauchter Brennstoff verläßt den Brennstoffzellenstapel und passiert den oberen Umkehrpunkt 4. Nach Passieren des oberen Umkehrpunktes 4 tritt der Brennstoff in den mit Kühlrippen versehenen Teil des Umwälzkreislaufer 2 ein. Die Kühlrippen bestehen aus wärmeleitfähigem Material wie Metall und vergrößern um ein Mehrfaches die Oberfläche des angrenzenden Rohrteils, das der Führung des Brennstoffs in Richtung der Schwerkraft g dient. Mittels der Kühlrippen 5 wird Wärme dem Kreislauf und somit dem Brennstoff entnommen und an die Umgebungsluft abgegeben. Aufgrund der Abkühlung und der hieraus resultierenden Dichteerhöhung sinkt der Brennstoff in Richtung des unteren Umkehrpunktes.

Kühlrippen und Brennstoffzelle erstrecken sich über 80% der Länge des Umwälzkreislaufer, um eine besonders starke Schwerkraftwirkung zu erzielen.

In der Brennstoffzelle 1 wird flüssiger Brennstoff intern reformiert. Es entstehen Gase, die in Richtung oberen Umkehrpunkt steigen und so den Brennstoffzellenstapel 1 schwerkraftgetrieben durchströmen. Es können durch Reformierung entstandene Gase wie Wasserstoff, CO, CO<sub>2</sub> die Brennstoffzelle verlassen und sich im oberen Umkehrpunkt ansammeln. Es sind daher bei Brennstoffzellen mit Umwälzkreislauf im oberen Umkehrpunkt vorzugsweise Mittel zur Entlüftung vorzusehen. Diese setzen sich z. B. aus einem Sammelgefäß 8 zum Ausgleich von Druckstößen, einem nachfolgenden Überdruckventil 9 mit einem Produktgasauslaß 10 zusammen.

Alternativ kann ein Reformierungsreaktor vorgesehen sein, der dann zwischen dem unteren Umkehrpunkt 3 und dem Brennstoffzellenstapel 1 im Kreislauf angeordnet ist.

Auf die Darstellung eines Einlasses von Brennstoff in den Umwälzkreislauf wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet.

In den unten angeordneten Einlaß 6 eintretende, als Oxidationsmittel fungierende Luft wird in der Brennstoffzelle erwärmt und durchströmt infolgedessen die Brennstoffzelle. Unverbrauchte Luft entweicht durch den oben angeordneten Auslaß 7.

Grundsätzlich ist der schwerkraftgetriebene Transport von Brennstoff oder Oxidationsmittel auch bei Brennstoffzellen vom sogenannten "dead-end"-Typ möglich. Vorzugsweise werden anspruchsgemäße Brennstoffzellen an schwer zugänglichen Orten eingesetzt, wo es auf besondere Wartungsarmut ankommt. Insbesondere zum Betrieb von schwimmenden Leuchtbojen sind derartige Brennstoffzellen geeignet.

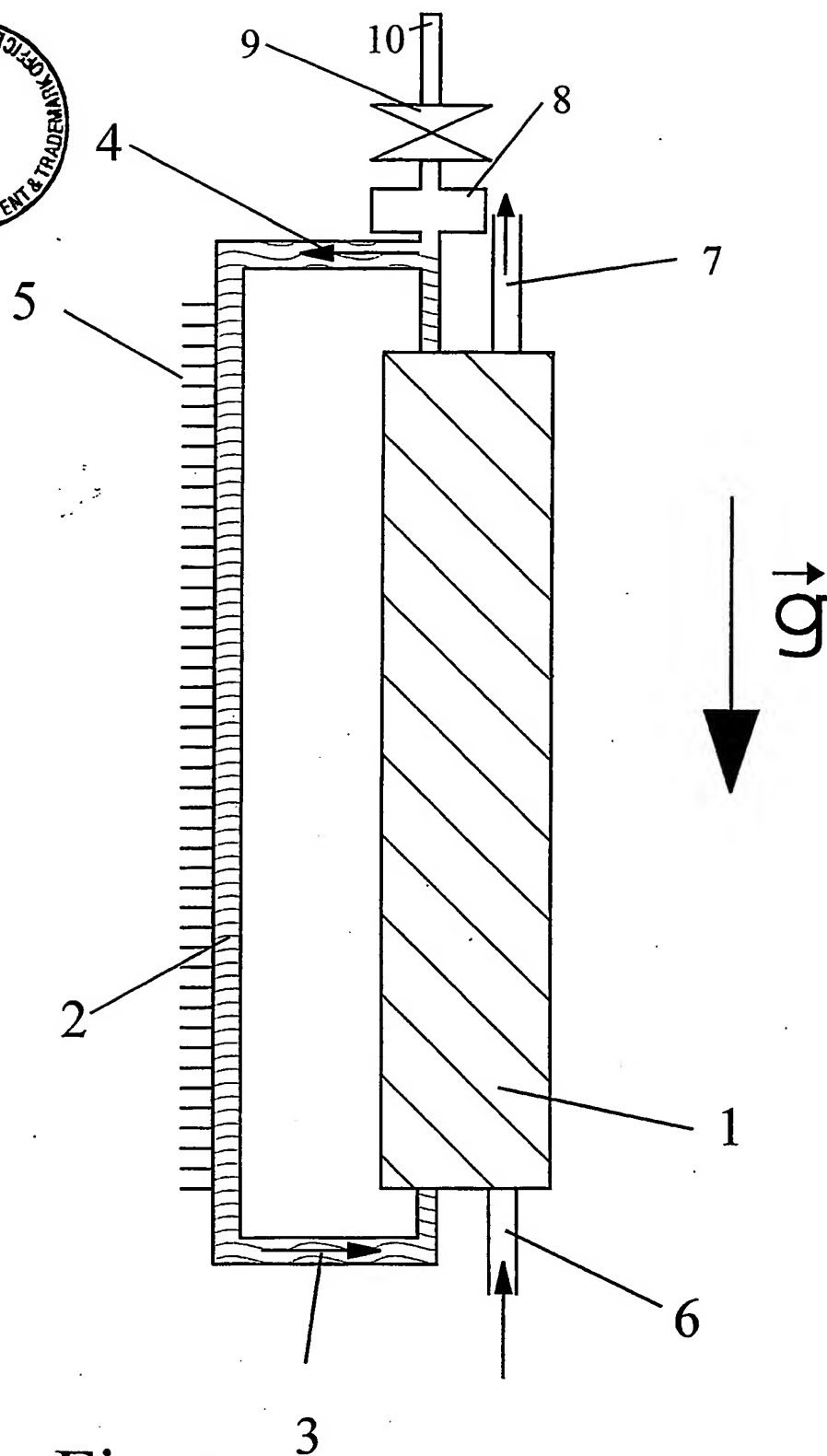
#### Patentansprüche

1. Brennstoffzelle (1) mit Mitteln zur Erzeugung eines schwerkraftgetriebenen Transportes von Brennstoff und/oder Oxidationsmittel in die Brennstoffzelle.
2. Brennstoffzelle (1) nach vorhergehendem Anspruch mit einem Umwälzkreislauf (2) für Brennstoff und/oder Oxidationsmittel, mit einem unteren (3) und einem oberen Umkehrpunkt (4) innerhalb des Umwälzkreislaufer (2) und mit einer Anordnung der Brennstoffzelle (1) zwischen unterem (3) und oberem Umkehrpunkt (3).
3. Brennstoffzelle (1) nach vorhergehendem Anspruch bei dem sich Brennstoffzelle (1) und/oder Mittel zur Abführung von Wärme (5) über eine Länge erstrecken, die mindestens 80% der Strecke zwischen oberem und unterem Umkehrpunkt beträgt.
4. Brennstoffzelle (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer länglichen Form der Brennstoffzelle.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---



Figur